

PATENT ABSTRACT OF JAPAN

(11) Publication of Examined Patent Application: Hei 8-30247
(24) (44) Publication Date of Examined application: 27. 03. 1996

(51) Int. CI C22C 38/00, 38/58

(21) Application No. 60-272838

(22) Filing Date: 4. 12. 1985

(65) Publication No. Sho 62-133048

(43) Publication Date: 16. 6. 1987

(71) Applicant: Sumitomo Metal Industries, Ltd., 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku,
 Osaka-shi, Osaka

(72) Inventors: Yoshiatsu SAWARAGI, et.al.
 c/o Sumitomo Metal Industries, Ltd., Central Research Laboratory
 3, Nishinagasu Hondori 1-chome, Amagasaki-shi, Hyogo

(54) [Title] Austenitic Steel Having Superior Strength at High Temperature

(57) Abstract

Purpose: To develop a steel stock excellent in strength at high temp. and structure stability and suitable as material for equipment for high-temp. service by adding specific amounts of Cu, Mg, and B, or further, Mo, W, Nb, etc., to an N-containing austenitic stainless steel and by reducing Si and Al content.

Constitution: As the material for equipment such as boiler, chemical plant, etc., used under high-temp. environment, <0.15%, by weight, C, <0.3% Si, <10% Mn, 14 to 27% Cr, 6 to 30% Ni, 2 to 6% Cu, 0.003 to 0.030 % Al, 0.001 to 0.015 % Mg, 0.001 to 0.010 % B, and 0.05 to 0.35% N are incorporated, or further, 0.3 to 3.0% Mo and /or 0.5 to 5.0% W or 0.05 to 1.5% Nb is incorporated independently or in combination. By improving creep rupture strength by simultaneous addition of Cu, B, and Mg together with N, and by adding Nb, as carbonitride dispersion-improving element, and Mo and W, as solid solution-strengthening elements, each by a small quantity, an austenitic stainless steel excellent in strength at high temp. can be obtained.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平8-30247

(24) (44) 公告日 平成8年(1996)3月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/58	3 0 2 A			

発明の数4 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願昭60-272838	(71) 出願人	999999999 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	昭和60年(1985)12月4日	(72) 発明者	榎木 義淳 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住 友金属工業株式会社中央技術研究所内
(65) 公開番号	特開昭62-133048	(72) 発明者	吉川 州彦 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住 友金属工業株式会社中央技術研究所内
(43) 公開日	昭和62年(1987)6月16日	(74) 代理人	弁理士 富田 和夫 (外1名)
		審査官	岡田 万里
		(56) 参考文献	特開 昭55-21547 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 高温強度の優れたオーステナイト鋼

1 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Feおよび不可避免の不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【請求項2】 重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、

2

Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
を含有し、さらに、
Mo:0.3~3.0%、
W:0.5~5.0%
のうちの1種以上を含有し、
Feおよび不可避免の不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【請求項3】 重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、

3

Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Nb:0.05~1.5%、
Feおよび不可避的不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【請求項4】重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Nb:0.05~1.5%、
を含有し、さらに、
Mo:0.3~3.0%、
W:0.5~5.0%

のうちの1種以上を含有し、
Feおよび不可避的不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

この発明は、優れた高温強度を有し、したがって高温
装置用構造材料として用いた場合に優れた性能を発揮す
るオーステナイト鋼に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、一般に高温環境下で使用されるボイラや化学プ
ラント等の装置の構造材料として、18-8系オーステナ
イトステンレス鋼を主体としたオーステナイト鋼が広く
用いられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

一方、近年のボイラや化学プラント等の高性能化およ
び大型化はめざましく、これに伴ない、これらの装置の
操業条件は一段と苛酷さを増し、より高温での操業が行
なわれる状況にあり、したがって前記装置の構造材料に
は優れた高温強度が要求されるが、上記の18-8系オ
ーステナイトステンレス鋼を主体としてオーステナイト鋼
においては、十分な高温強度を具備するものでないため
に、これらの要求に満足に対応することができない。

〔問題点を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、高温
強度の優れたオーステナイト鋼を開発すべく研究を行な
った結果、

(a) N含有オーステナイト鋼では、Cu、B、およびMgの
含有によって高温強度が一層向上すること。

4

(b) 上記(a)のオーステナイト鋼の高温強度向上に
はSiおよびAl含有量の低減が有効であり、特にSiは窒化
物の析出を促進して強度低下や靱性劣化をもたらすこと
から、その含有量を0.3%以下に抑える必要があること
と。

(c) 上記(b)のオーステナイト鋼に、炭窒化物分散
強化元素としてNb、あるいは固溶強化元素としてMoおよ
び/またはWを、単独で、あるいは複合で含有させると、
高温強度が一段と向上すること。

10 以上(a)~(c)に示される研究結果を得たのである。
る。

この発明は、上記の研究結果にもとづいてなされたもの
であって、重量割合で(以下、%は重量割合を示す)

C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、Ag:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、N:0.05~0.35%、
を含有し、さらに必要に応じて、

20 Mo:0.3~3.0%、W:0.5~5.0%、
Nb:0.05~1.5%、
のうちの1種以上を含有し、
Feおよび不可避的不純物：残り

から成る成分組成を有する、高温強度の優れたオース
テナイト鋼に特徴を有するものである。

次いで、この発明のオーステナイト鋼において、各成
分の含有割合を上記の通り限定した理由を説明する。

(a) C

30 Cは、オーステナイト鋼として必要な引張強さおよび
クリープ破断強度を確保するのに有効な元素であるが、
0.15%を越えて含有させると溶体化状態での未固溶炭化
物量が増加して機械的性質に悪影響を及ぼすようになる
ことから、C含有量は0.15%以下と定めた。なお、C含
有量が微量であってもそれなりの効果を得られるが、好
ましくは0.01%以上を含有させるのが良い。

(b) Si

40 Siは脱酸剤として有効な元素であり、通常のオース
テナイト鋼では0.4~0.8%程度含有されているが、含有量
が多くなると溶接性が劣化する上、高温強度および延性
・靱性の低下をも招くこととなる。つまり、Siを含有さ
せると、その増加に伴って長時間加熱中に生じるσ相量
が増加することに加えて、窒化物量も増加することとな
って機械的性質の劣化を甚だしくする。そして、この傾
向はSi含有量が0.3%を越えると顕著になるためにSi含
有量を0.3%以下と定めたが、できれば0.2%以下に抑え
ることが望ましい。

(c) Mn

50 Mnは同じく脱酸剤として有効であり、また加工性改善
にも有効な元素であるが、10%を越えて含有させるとオ
ーステナイト鋼のもつ耐熱特性が劣化するようになるこ

5

とから、Mn含有量は10%以下と定めた。

(d) Cr

Crは耐酸化性および耐食性向上の点より必要な元素であり、その十分な効果を発揮させるためには14%以上の含有量を確保する必要がある。ところで、耐食性の観点からはCr含有量は多いほど望ましいが、27%を越えて含有させると加工性の劣化を招く上、組織不安定を来す恐れがあることから、Cr含有量は14~27%と定めた。

(e) Ni

Niは安定なオーステナイト組織を確保するために必須の成分であり、その適正量はCr, Mo, W, Nb等の含有量によって定まるが、その含有量が6%未満であるとオーステナイト組織の安定確保が困難となり、一方30%を越えて含有させることは経済的な不利につながることから、Ni含有量は6~30%と定めた。

(f) Cu

Cuは高温強度を改善する作用を有しているが、その含有量が2%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、6%を越えて含有させると延性が低下し、しかも加工性劣化をも招くことから、Cu含有量は2~6%と定めた。

(g) Al

Alは脱酸剤として必要な元素であって0.003%以上含有させる必要があるが、0.030%を越えて含有させると高温・長時間使用時の σ 相析出が促進され、機械的性質の劣化を招くこととなる。従って、Al含有量は0.003~0.030%と定めたが、できれば0.003~0.020%に調整するのが望ましい。

(h) Mg

Mgは脱酸剤として、そして加工性改善成分として必要な元素であるが、この発明のオーステナイト鋼では脱酸元素としてのSiおよびAl量を低目に制限する場合には欠くことのできない成分であり、しかも高温強度の改善にも寄与するものである。そして、Mg含有量が0.001%未満ではその十分な効果を発揮させることができず、一方、0.015%を越えて含有させると加工性が再び劣化する

第

6

ようになることから、Mg含有量は0.001~0.015%と定めた。

(i) B

Bは炭窒化物分散強化および粒界強化により高温強度を改善する作用を有しているが、その含有量が0.001%未満では前記作用に十分な効果が得られず、一方、0.010%を越えて含有させると溶接性を劣化させることから、B含有量は0.001~0.010%と定めた。

(j) N

Nは、Cと同様に引張強さやクリープ破断強度改善に有効な元素であるが、その含有量が0.05%未満では十分な効果を得ることができず、一方、NはCに比較して固溶できる量は多いが0.35%を越えて含有させると高温長時間使用中に析出する窒化物量が増加し、機械的性質の劣化を招くことから、N含有量は0.05~0.35%と定めた。

(k) Mo、及びW

これらの元素には高温強度を改善する作用があるので、必要により1種又は2種含有されるが、Mo含有量が0.3%未満であったりW含有量が0.5%未満であると前記作用に所望の効果を得ることができない。一方、高温強度改善の観点からはこれらの含有量は多いほど好ましいが、Mo含有量が3.0%を越えたり、W含有量が5.0%を越えるとその効果は飽和する傾向をみせる上、加工性の劣化を招くようになり、しかも経済性の点からも不利であることから、Mo含有量は0.3~3.0%と、W含有量は0.5~5.0%とそれぞれ定めた。

(l) Nb

Nbは炭窒化物微細分散強化により高温強度を改善するのに有効な元素であるが、その含有量が0.05%未満では上記効果が十分に発揮されず、一方、1.5%を越えて含有させると溶体化状態での未固溶窒化物量が増加して機械的性質を劣化させることから、Nb含有量は0.05~1.5%と定めた。

次に、この発明のオーステナイト鋼を実施例により具体的に説明する。

1

表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	1	0.08	0.14	0.86	18.03	9.13	3.16	0.013	0.0068	0.0042	0.158	—	残
	2	0.07	0.10	0.92	22.61	15.86	2.88	0.007	0.0074	0.0040	0.206	—	残
	3	0.07	0.12	0.90	25.14	19.14	2.50	0.012	0.0070	0.0019	0.254	—	残
	4	0.10	0.09	0.94	17.97	9.46	3.02	0.014	0.0080	0.0050	0.153	Mo : 0.35	残
	5	0.09	0.10	0.86	18.23	10.12	2.96	0.016	0.0049	0.0053	0.139	Mo : 0.96	残
	6	0.09	0.08	0.90	18.20	15.34	2.95	0.005	0.0058	0.0038	0.150	Mo : 2.83	残
	7	0.10	0.11	0.94	17.70	9.61	2.24	0.014	0.0035	0.0043	0.120	W : 0.68	残

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
	8	0.11	0.10	0.90	18.00	10.31	2.18	0.010	0.0030	0.0043	0.116	W : 1.87	残
	9	0.11	0.13	0.78	18.24	16.75	2.20	0.012	0.0042	0.0041	0.118	W : 4.66	残
	10	0.07	0.07	1.06	18.16	8.87	3.03	0.016	0.0088	0.0058	0.165	Nb : 0.07	残
	11	0.08	0.10	1.12	18.34	9.23	2.98	0.008	0.0074	0.0050	0.158	Nb : 0.18	残
	12	0.07	0.12	1.14	18.16	9.62	3.14	0.007	0.0078	0.0052	0.165	Nb : 0.37	残

第 2 表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	13	0.07	0.10	1.10	17.94	10.24	3.11	0.009	0.0080	0.0054	0.170	Nb : 0.96	残
	14	0.08	0.09	1.04	17.78	11.25	2.95	0.010	0.0071	0.0048	0.159	Nb : 1.40	残
	15	0.06	0.12	1.48	24.68	20.51	2.51	0.015	0.0068	0.0022	0.245	Nb : 0.25	残
	16	0.06	0.09	1.52	24.54	20.48	2.46	0.014	0.0057	0.0020	0.250	Nb : 0.48	残
	17	0.06	0.25	1.46	24.61	20.28	2.51	0.013	0.0068	0.0021	0.254	Nb : 0.46	残
	18	0.12	0.13	0.65	18.16	10.03	2.98	0.018	0.0080	0.0049	0.148	Mo : 0.51, Nb : 0.36	残
	19	0.11	0.10	0.72	18.01	10.58	3.06	0.016	0.0074	0.0053	0.156	Mo : 0.98, Nb : 0.40	残
	20	0.11	0.08	0.70	18.14	10.00	3.48	0.016	0.0051	0.0050	0.112	W : 0.89, Nb : 0.21	残
	21	0.12	0.10	0.70	17.81	10.72	3.52	0.018	0.0070	0.0055	0.108	W : 1.98, Nb : 0.19	残
	22	0.11	0.14	0.72	18.21	10.24	3.04	0.010	0.0090	0.0017	0.150	Mo : 0.42, W : 0.80, Nb : 0.40	残
	23	0.06	0.08	1.24	24.76	22.87	2.35	0.016	0.0042	0.0015	0.268	Mo : 0.51, Nb : 0.07	残
	24	0.05	0.11	1.34	25.32	24.78	2.40	0.008	0.0050	0.0016	0.184	W : 2.50, Nb : 0.18	残

第 3 表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	25	0.09	0.10	0.95	17.88	9.53	2.20	0.012	0.0072	0.0048	0.148	Nb : 0.40	残
	26	0.08	0.12	1.00	18.11	9.46	4.16	0.010	0.0078	0.0050	0.155	Nb : 0.38	残
	27	0.08	0.10	1.02	18.16	9.52	5.58	0.013	0.0054	0.0044	0.160	Nb : 0.38	残
	28	0.08	0.14	1.00	18.34	9.36	3.00	0.005	0.0070	0.0052	0.058	Nb : 0.19	残
	29	0.09	0.18	0.95	17.98	9.24	2.96	0.013	0.0018	0.0043	0.235	Nb : 0.18	残
	30	0.05	0.11	1.58	25.03	19.79	2.51	0.013	0.0060	0.0018	0.110	Nb : 0.45	残
	31	0.05	0.13	1.61	24.76	20.20	2.39	0.018	0.0081	0.0016	0.335	Nb : 0.46	残
	32	0.02	0.04	1.10	25.23	28.96	3.14	0.026	0.0076	0.0021	0.296	Nb : 0.20	残
	33	0.14	0.28	0.53	18.13	11.88	2.50	0.010	0.0135	0.0090	0.148	Mo : 1.12, Nb : 0.96	残
	34	0.09	0.11	6.83	14.86	6.72	2.98	0.012	0.0053	0.0047	0.113	Nb : 0.52	残

材料種別	化学成分(重量%)											
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
35	0.09	0.08	3.55	18.06	8.14	2.42	0.010	0.0024	0.0081	0.146	Mo: 0.75, Nb: 0.14	残
従来鋼	0.07	0.48	1.48	16.34	12.86	—	—	—	—	—	Mo: 2.48	残

第 4 表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
比較鋼	1	0.08	*0.38	0.98	18.1	9.4	3.10	0.013	0.0070	0.0050	0.158	—	残
	2	0.08	*0.45	0.95	18.0	9.3	3.20	0.009	0.0063	0.0053	0.160	—	残
	3	0.09	0.10	0.97	18.4	9.6	3.30	*0.038	0.0060	0.0047	0.150	—	残
	4	0.08	0.12	0.95	18.0	9.3	3.30	*0.050	0.0063	0.0050	0.153	—	残
	5	0.08	0.12	0.98	18.3	9.4	*—	0.010	0.0081	0.0049	0.152	—	残
	6	0.08	0.13	0.90	18.0	9.3	*1.51	0.016	0.0063	0.0043	0.161	—	残
	7	0.07	0.15	0.86	17.8	9.5	3.15	0.011	0.0054	*—	0.145	—	残
	8	0.08	0.13	0.90	18.0	9.6	3.10	0.015	0.0054	*0.0007	0.148	—	残
	9	0.09	0.12	0.83	18.0	9.4	3.25	0.010	*—	0.0050	0.155	—	残
	10	0.08	0.09	0.80	18.3	9.3	3.20	0.012	*0.0005	0.0053	0.150	—	残
	11	0.08	0.12	0.90	18.1	9.9	3.35	0.013	0.0070	0.0050	*0.015	—	残
	12	0.08	0.09	0.88	18.3	9.9	3.30	0.009	0.0063	0.0053	*0.042	—	残

(*印は、この発明の範囲外から外れた値を示す)

第 5 表

材料種別	750℃×1000hクリープ破断強度 (kgf/cm ²)	750℃×1000h加熱後の衝撃値 (kgf・m/cm ²)
本発明鋼	1	10.3
	2	11.2
	3	11.5
	4	11.2
	5	11.8
	6	12.5
	7	11.2
	8	11.7
	9	12.3
	10	10.9
	11	11.4
	12	11.5
	13	11.9
	14	12.0

30

40

50

材料種別	750℃×1000hクリープ破断強度 (kgf/cm ²)	750℃×1000h加熱後の衝撃値 (kgf・m/cm ²)
15	12.6	8.2
16	12.9	7.0
17	12.7	7.0
18	12.3	12.0
19	13.7	10.5
20	11.8	13.5
21	13.3	13.0
22	13.5	12.0
23	12.5	8.5
24	13.0	12.5
25	11.2	12.0
26	11.8	12.5
27	12.0	11.0
28	10.5	16.7

11

材料 種別	750℃×1000hク リープ破断強度 (kgf/mm ²)	750℃×1000h加 熱後の衝撃値 (kgf・m/cm ²)
29	11.8	8.0
30	11.5	12.5
31	13.0	6.7
32	12.5	7.5
33	14.3	8.7
34	11.2	9.8
35	11.8	11.0
従来鋼	7.2	14.0

第 6 表

材料	種別	750℃×1000hク リープ破断強度 (kgf/mm ²)	750℃×1000h加 熱後の衝撃値 (kgf・m/cm ²)
比較 鋼	1	9.3	10.3
	2	8.8	8.3
	3	9.5	10.0
	4	9.0	8.5
	5	7.5	14.0
	6	7.7	14.3
	7	9.0	11.3
	8	9.3	11.8
	9	9.5	13.8
	10	9.6	13.5
	11	9.5	14.2
	12	9.8	14.5

〔実施例〕

まず、真空溶解にて第 1～4 表に示される成分組成の

12

本発明鋼 1～35、従来鋼および比較鋼 1～12を溶製し、鍛造及び冷間圧延を経た後溶体化処理を施した。なお、第 3 表において、従来鋼は 18-8 系のオーステナイトステンレス鋼中で最も高温強度の優れた SUS316H 鋼であり、第 4 表における比較鋼 1～12は少なくとも 1 種類の成分が本願発明の範囲から外れた組成を有するオーステナイト鋼である。

続いて、本発明鋼 1～35、従来鋼および比較鋼 1～12について、高温強度を評価する目的で、750℃でのクリープ破断試験を行い、1000時間クリープ破断強度を求めるとともに、さらに、組織安定性を評価するために 750℃×1000時間の長時間加熱後、0℃でシャルピー衝撃試験を行った。

これらの試験結果を第 5 表および第 6 表に示す。

〔発明の効果〕

第 5 表および第 6 表に示される結果から、本発明鋼 1～35はいずれも 18-8 系オーステナイトステンレス鋼の中で最も高温強度に優れた SUS316H 鋼（従来鋼）よりも著しく高いクリープ破断強度を示し、また、本発明鋼 1～35は衝撃特性も良好であること、さらに本発明の範囲から外れた組成を有する比較鋼 1～12はクリープ破断強度が低下し好ましくないことなどがわかる。

上述のように、この発明のオーステナイト鋼は、優れた高温強度を有し、かつ良好な組織安定性も具備するので、ボイラや化学プラント等の高温装置の構造材料として用いた場合に、一段と苛酷な高温操業でも長期に亘って優れた性能を発揮するのである。